© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Markierungshügel und Zeitreihenanalyse – oder: Wann beginnt ein Biberjahr (*Castor fiber* L.)?

VON B. KLENNER-FRINGES

Abstract

Scent marking and time series analysis or: When is the beginning of a beaver-year (*Castor fiber* L.)?

Time series analysis is a statistical method that can help to reveal rhythmic seasonal changes in behaviour. During a research project the question arose whether there is a year-to-year change in the utilization of riverbank structures by *Castor fiber albicus* MATSCHIE 1907. In Northwest Germany beavers scent-mark full-year with varying intensity. So scent marking as non-invasive method was used to estimate the beginning of a "beaver-year". As the original data did not show a clear seasonal periodicity, exponential smoothing was used to visualise this rhythmical changes.

The smoothed series reveales a clear 12-month-period, and in January, the number of scent marks exceeds the five-year-median and even reaches the upper 75 %-level for the first time.

Knowing that mating starts in January and together with the fact that since the end of December of the first year after the releasing the territories did not further enlarge, the results of the time series analysis are an additional indication that January can be regarded as the beginning of the annual cycle in Northwest Germany.

Key words: beaver, *Castor fiber*, scent marking, time series analysis

Zusammenfassung

Die Zeitreihenanalyse ist eine statistische Methode, mit deren Hilfe rhythmische, saisonale Verhaltensänderungen verdeutlicht werden können. Im Rahmen eines Freilandforschungsprojektes stellte sich die Frage, ob sich die Nutzung von Uferstrukturen durch *Castor fiber albicus* in den einzelnen Jahren unterscheidet. Da Biber in Nordwestdeutschland mit unterschiedlicher Intensität das ganze Jahr hindurch markieren, wurde die Quantifizierung des Markierverhaltens als nicht-invasive Methode benutzt, um den Beginn eines „Biber-Jahres" festzulegen.

Da die über einen Zeitraum von fünf Jahren nach der Wiederansiedlung gesammelten Originaldaten keine deutliche Periodizität erkennen ließen, wurden die Daten exponentiell geglättet, um die rhythmischen Schwankungen besser sichtbar werden zu lassen. Es ergab sich eine 12-monatige Periodizität, wobei im Januar die Zahl der Markierungshügel den Median des gesamten Untersuchungszeitraumes überschritten und erstmals die Obergrenze des oberen Quartils erreichte. Zusammen mit der Tatsache, dass im Januar die Paarungszeit beginnt und der Beobachtung, dass Ende Dezember im Jahr der Ansiedlung die Reviere ihre maximale Ausdehnung erreichten, können die Ergebnisse der Zeitreihenanalyse als zusätzliche Hinweise dafür angesehen werden, dass der Januar als Startmonat für das „Biber-Jahr" in Nordwestdeutschland angesehen werden kann.

Einleitung

Im Rahmen eines Freilandforschungsprojektes der Arbeitsgruppe Ethologie der Universität Osnabrück wurde vor einigen Jahren an einem Fluss im nordwestlichen Niedersachsen eine kleine Elbebiber-Population etabliert.

Denisia 9, zugleich Kataloge der OÖ. Landesmuseen Neue Serie 2 (2003), 163–168

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Ein Ziel der Untersuchungen war die Beantwortung der Frage, welche Bedeutung die Uferstrukturen und Ressourcen eines vom Menschen stark beeinflussten größeren Fließgewässers in einer intensiv genutzten Kulturlandschaft für ein semiaquatisches Säugetier wie z. B. den Biber haben, in welcher Weise sowohl naturnahe als auch anthropogene Strukturen und Ressourcen genutzt werden (Abb. 1 und 2).

Die Auswertung der über einen Zeitraum von fünf Jahren gesammelten Daten zeigte hochsignifikante Korrelationen zwischen spezifischen Verhaltenskomplexen und bestimmten Uferstrukturen. Der lange Untersuchungszeitraum legte es nahe, zu überprüfen, ob es eine Änderung der Präferenzen im Laufe der Zeit gab. Es war deshalb notwendig, Zeitintervalle festzulegen. Am sinnvollsten schien im vorliegenden Fall ein annuelles Intervall zu sein, da innerhalb dieses Zeitraumes nahezu alle Verhaltensweisen und physiologischen Prozesse des Bibers ablaufen. Um die Daten nicht einfach nach Kalenderjahren zusammenzufassen, sondern nach einem von den Tieren bestimmten Jahresrhythmus, wurde nach einer Methode gesucht, ein solches „Biber-Jahr" festzulegen.

Im folgenden soll nicht auf die Ergebnisse der gesamten Untersuchung eingegangen werden. Es soll lediglich eine Möglichkeit aufgezeigt werden, anhand von Biofakten eine annuelle Rhythmik festzulegen.

Da es nicht möglich war, bestimmte Individuen regelmäßig zu fangen und ihnen Blut abzunehmen um den Hormontiter – bezogen auf die entsprechenden Geschlechtshormone – und damit z. B. ein über den Fortpflanzungszyklus definiertes Jahr festzulegen, musste nach einer anderen, non-invasiven Möglichkeit gesucht werden, den Beginn eines Biberjahres festzulegen, etwa anhand der Zahl bestimmter Biofakte. Am exaktesten, das heißt auf ein bis zwei

Abb. 1: Das Untersuchungsgebiet im westlichen Niedersachsen.

Abb. 2: Biber vor dem Bau.

Abb. 3: Markierungshügel.

(Alle Fotos stammen von der Verfasserin.)

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

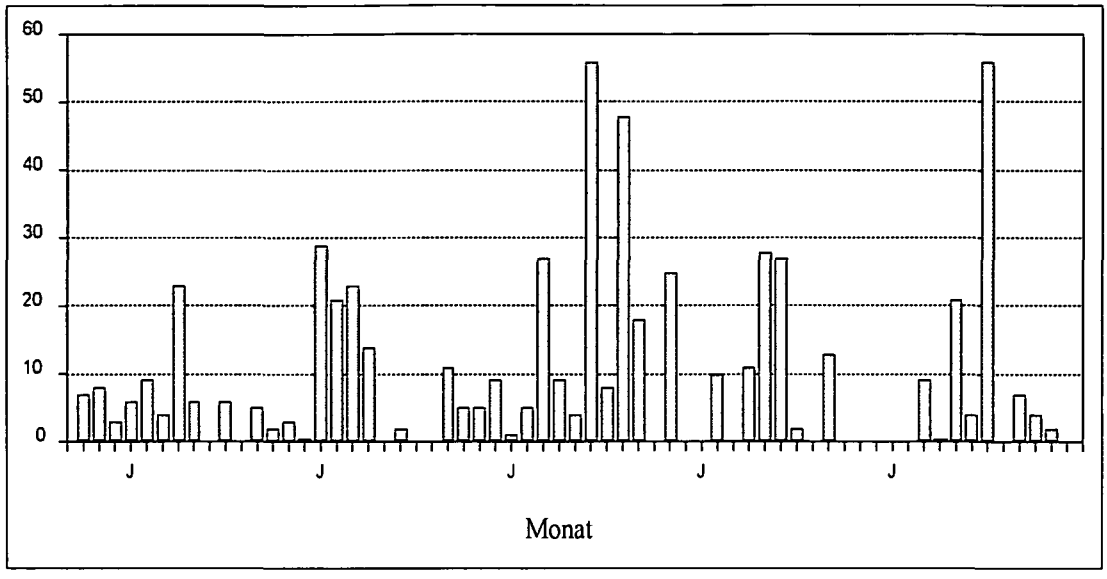


Abb. 4: Anzahl der Markierungshügel pro Monat. (J: Januar)

Tage genau, lassen sich die scent marks oder Markierungshügel (Abb. 3), die an den unterschiedlichen Stellen im Biberterritorium zu finden sind, zeitlich zuordnen. Es handelt sich hierbei um olfaktorische Markierungen, deren Intensität im Jahresverlauf Schwankungen unterliegt, wie bereits TOWNSEND (1953) und HAY (1958) für den Nordamerikanischen Biber *Castor canadensis* berichten. Weitere Arbeiten bestätigen ihre Ergebnisse, zeigen aber auch, dass es offensichtlich je nach der geografischen Lage der Untersuchungsgebiete Unterschiede gibt, und zwar sowohl für *C. canadensis* (BRENNER 1967; MÜLLER-SCHWARZE & HECKMAN 1980; SVENDSEN 1980), als auch für den Eurasischen Biber *C. fiber* (HEIDECKE 1974/75; ROSELL & NOLET 1997), weshalb die Ergebnisse anderer Untersuchungen, die in Gebieten mit abweichenden klimatischen Verhältnissen, vor allem im Hinblick auf die Temperatur, nicht einfach auf die vorliegende Untersuchung übertragen werden dürfen. Es war deshalb notwendig, für das Untersuchungsgebiet im nordwestlichen Niedersachsen eine Analyse anhand der dort gewonnenen Daten durchzuführen.

Material und Methode

Als Methode für die Festlegung eines „Biberjahres" bietet sich die Zeitreihenanalyse an, mit deren Hilfe Prognosen erstellt, Trends aufgezeigt und – wichtig für den vorliegenden Fall – die Formen saisonaler Rhythmen sichtbar gemacht werden können (StatSoft, Inc. 1996).

Eine Prognose sollte nicht erstellt werden, ebensowenig war das Ziel der Auswertung die Berechnung eines Trends, da für die Fragestellung (Wann beginnt ein Biberjahr?) eine mögliche Zunahme der Anzahl der Markierungshügel infolge der steigenden Zahl der Individuen und damit der Reviere im Laufe der Zeit nicht von Bedeutung war. Vielmehr kam es darauf an, saisonale, über den Gesamtzeitraum hin relativ konstante Schwankungen sichtbar zu machen und danach den Beginn des Biberjahres festzulegen.

Um geringfügige, evtl. durch Witterungseinflüsse verursachte Schwankungen im saisonalen Rhythmus auszugleichen, wurde die Zahl der Markierungshügel für jeden Monat zusammengefasst.

In die Auswertung gehen Daten aus 46 Monaten des Untersuchungszeitraumes von fünf Jahren mit 596 Markierungshügeln ein. Bei den Leerwerten (s. Abb. 4) handelt es sich entweder um Nullwerte, d. h. in diesen Monaten wurden keine Markierungen gefunden, oder aber um arbeitstechnisch sowie durch langanhaltende Hochwasser bedingte Leerwerte.

Die statistischen Berechnungen wurden mit Statistica 5.0 durchgeführt.

Ergebnisse

Wie Abbildung 4 zeigt, lassen die starken Schwankungen zunächst kaum eine Saisonalität erkennen. Aus diesem Grunde wurde eine exponentielle Glättung der Kurve vorgenommen. Die fehlenden Monatswerte

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

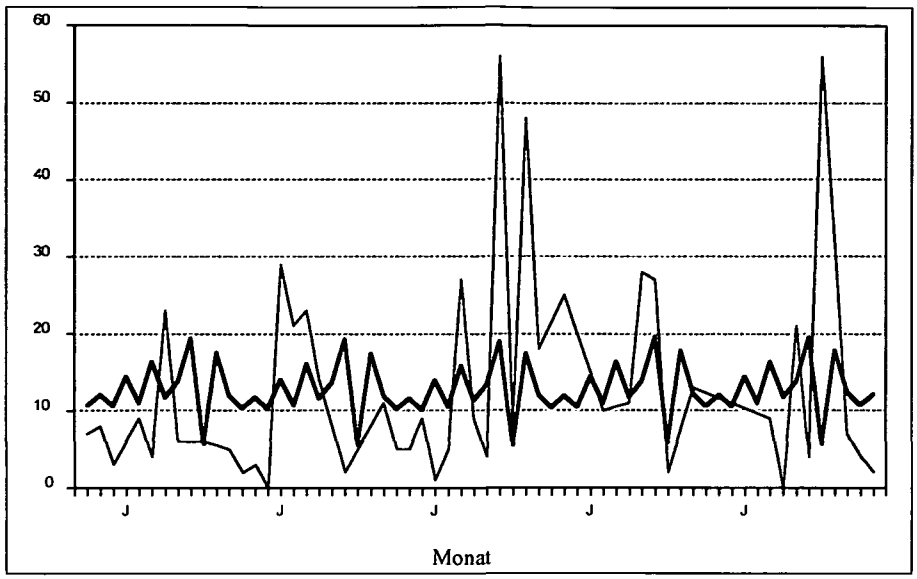


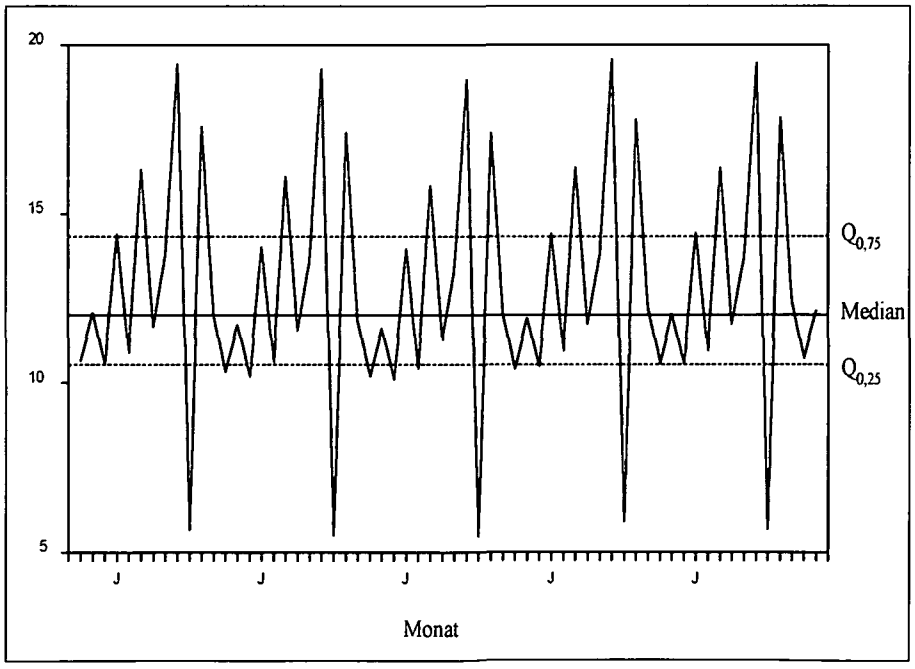
Abb. 5: Vergleich der beobachteten Werte inklusive der durch Interpolation von benachbarten Werten ersetzten missing data (dünne Linie) und der durch exponentielles Glätten ermittelten Kurve (dicke Linie). (J: Januar)

(Leerwerte, missing data) wurden durch Interpolation von benachbarten Werten ersetzt. Da rhythmische, saisonale Schwankungen vorausgesetzt wurden, wurde dieses Verfahren dem Ersetzen der missing data durch den Gesamt-Mittelwert vorgezogen. Folgende Modellparameter wurden gewählt:

Aus den bereits erwähnten Gründen wurde keine Trendberechnung durchgeführt, da es ausschließlich um die Festlegung des ersten Monats eines Biberjahres ging. Als additive Saisonkomponente wurde ein lag von 12, entsprechend 12 Monaten, gewählt.

Die Glättungsparameter α und β wurden durch programminterne, automatische Suche bestimmt.

Abb. 6: Exponentiell geglättete Kurve des Verlaufs der Markierhäufigkeit und statistische Kennzahlen (Median, Q75 bzw. Q25: oberes bzw. unteres Quartil). (J: Januar)



Als Lack-of-fit-Indikator, der die Anpassungsgüte der geglätteten Kurve (Grad der Fehlanpassung) angibt, wurde der am häufigsten verwendete mittlere quadratische Fehler (mean squared error) voreingestellt

Das Ergebnis des exponentiellen Glättens ist in Abbildung 5 grafisch dargestellt. Anders als die Originaldaten lässt die Kurve der geglätteten Daten die zugrundeliegende 12monatige Rhythmik sehr gut erkennen. Diese 12monatige Rhythmik zeigt sich – wie mit unterschiedlichen lags durchgeführte Tests gezeigt haben – unabhängig von der voreingestellten Zahl der lags.

Entsprechend den oben genannten Parametern wurde für den Glättungsparameter α der Wert 0,005 ermittelt. Das bedeutet, dass der Einfluss vorhergehender Beobachtungen langsam abnimmt; es entsteht eine geglättete, angepasste Kurve, die durch Störungen nur wenig beeinflusst wird. Für δ ergibt sich der Wert 0, d. h. es gibt eine konstante, unveränderliche Saisonkomponente. Für S_0 wird der Wert 13,06, für den Lack-of-Fit-Indikator der Wert 0,04 errechnet.

Der Wilcoxon-Test für gepaarte Stichproben wurde verwendet, um die Ähnlichkeit der beobachteten und der geglätteten Wertekurven zu testen. Das Ergebnis (t = 809; Z = 1,1744; p = 0,2403) zeigt, dass die Kurven sich nicht signifikant unterscheiden, die beiden Datengruppen also tatsächlich aus der gleichen Grundgesamtheit stammen. Dies kann als Hinweis auf die Anpassungsgüte der Glättungskurve angesehen werden.

Um den ersten Monat des Biberjahres festzulegen, wurde überprüft, wie sich die Monatswerte der geglätteten Reihe zum Gesamtmedian dieser Datenreihe verhalten. Median und Perzentile wurden dabei als Lagekriterien dem Mittelwert und der Standardabweichung vorgezogen, da die Werte der geglätteten Kurve sowohl nach dem Kolmogorov-Smirnov-Test ($p < 0,05$) als auch nach dem Shapiro-Wilks-Test (W = 0,9271; p = 0,0012) nicht normalverteilt sind.

Die Autokorrelationsfunktion zeigt, dass es mit einem Korrelationskoeffizienten von r = 0,799 eine starke Korrelation für lag 12 gibt. Es liegt also eine saisonale 12monatige Komponente vor, deren Rhythmik als gesi-

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

chert angesehen werden kann. Außerdem zeigt diese Funktion, dass es kein weißes Rauschen gibt, der Standardfehler ist klein und konstant; d. h. es handelt sich nicht um eine zufällige Zeitreihe.

Damit ist aber noch nicht der Beginn eines „Biberjahres" festgelegt, sondern lediglich eine saisonale Rhythmik aufgezeigt. Um hier einen Anhaltspunkt zu finden, wurde überprüft, wie sich die einzelnen Monatswerte der geglätteten Reihe zum Gesamtmedian verhalten.

Wie Abbildung 6 zeigt, ist der Januar-Wert der erste Wert, der nicht nur den Gesamt-Medianwert von 12,02 übersteigt, sondern der auch an die Grenze des oberen Quartils (Q_{75} = 14,43) heranreicht.

Berücksichtigt man, dass im Januar die Paarungszeit beginnt, kann dies als zusätzlicher Hinweis dafür angesehen werden, das Biberjahr mit dem Monat Januar beginnen zu lassen.

Diskussion

Der vorliegende Artikel zeigt den Versuch, mit Hilfe des Markierverhaltens der Biber für die jahresbezogene Auswertung von Daten den Beginn eines „Biberjahres" festzulegen.

Die Zeitreihenanalyse ergab, bestätigt durch die Autokorrelationsfunktion, dass tatsächlich eine zwölfmonatige, also circannuale Rhythmik vorausgesetzt werden kann, was bei einem k-Strategen wie dem Biber mit seiner intensiven, etwa zwei Jahre dauernden Jungtierfürsorge zu erwarten war. Da es bei der Analyse nicht um die internen oder externen Zeitgeber ging, die diesen 12monatigen Rhythmus bestimmen, muss hier nicht weiter darauf eingegangen werden. Vielmehr sollte hier entschieden werden, zu welchem Zeitpunkt der Zyklus beginnen soll.

Warum für das Untersuchungsgebiet im westlichen Niedersachsen der Januar als Startmonat ausgewählt wurde und nicht etwa der Juni, in dem – nach der geglätteten Kurve – am intensivsten markiert zu werden scheint, soll im folgenden kurz begründet werden.

Der Januar weist eine Zunahme der Markierintensität auf, die das obere Quartil der statistischen Kennzahlen erreicht. Doch dies allein wird nicht als ausreichend erachtet, die Daten jeweils von Januar bis Dezember zusammenzufassen, d. h. mit dem Januar als erstem Monat zu beginnen. Auch die ausschließliche Berücksichtigung des Biofaktes Markierungshügel, also nur die statistische Untersuchung der saisonalen Schwankungen des Markierverhaltens als alleinigem Kriterium, könnte als unzureichend angesehen werden. Zwei weitere Fakten unterstützen allerdings die Wahl des Januars:

Gegen Ende Dezember des ersten Jahres der Untersuchung, 3 Monate nach dem Aussetzen der Biber (die Aussetzung erfolgte am 12. Oktober), endete die explorative Phase. Die Tiere erweiterten ihren Aktionsradius danach nicht mehr (KLENNER-FRINGES 1992).

Nach Angaben von HINZE (1961) und HEIDECKE (1974/75) beginnt im Januar die Paarungszeit. Bei Farmtieren beobachteten ZUROWSKI & DOBOSZYNSKA (1975) erste Paarungen bereits Ende Dezember. Der Hauptzeitpunkt ist aber Mitte Januar (DOBOSZYNSKA & ZUROWSKI 1983). Im Untersuchungsgebiet scheinen Beobachtungen von Jungtieren außerhalb des Baues Mitte Juni diesen Zeitpunkt für den Beginn der Paarungszeit ebenfalls zu bestätigen.

Diese drei Faktoren – Zunahme der Markierhäufigkeit, Ende der Explorationsphase im Dezember des Aussetzungsjahres, Beginn der Paarungszeit – lassen es biologisch sinnvoll und deshalb vertretbar erscheinen, als Startmonat für ein „Biberjahr" den Januar zu wählen und für Analysen im Zusammenhang mit dem Thema der Freilanduntersuchung jeweils die Daten von Januar bis Dezember zusammenzufassen.

Literatur

BRENNER F.J. (1967): Spatial and energy requirements of beavers. — Ohio J. Sci. **67** (4): 242–246.

DOBOSZYNSKA T. & W. ZUROWSKY (1983): Reproduction of the European beaver. — Acta Zool. Fennica **174**: 123–126.

HAY K.G. (1958): Beaver census methods in the Rocky Mountain region. — J. Wildl. Manage. **2** (4): 395–402.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

HEIDECKE D. (1974/75): Beitrag zur Biologie, Verhalten und Ökologie des Elbebibers. — Natursch. naturk. Heimatforsch. Bez. Halle u. Magdeburg 11/12: 43–52.

HINZE G. (1961): Das Biber-ABC. — Naturschutz u. Landschaftsgestaltung Bez. Magdeburg **4**: 36–42.

KLENNER-FRINGES B. (1992): Uferrenaturierung durch Elbebiber (*Castor fiber albicus* MATSCHIE 1907) – ein Forschungsprojekt. — Semiaquatische Säugetiere (1992), Wiss. Beitr. Univ. Halle 1992: 141–153.

KLENNER-FRINGES B. (2002): Die Nutzung von Ressourcen durch den Elbebiber *Castor fiber albicus* MATSCHIE 1907 an einem Fließgewässer in Nordwestdeutschland – Die Bedeutung naturnaher und anthropogener Strukturen von Ufer und Böschung für das Verhalten eines semiaquatischen Säugetieres. – Diss. Universität Osnabrück.

MÜLLER-SCHWARZE D. & S. HECKMAN (1980): The social role of scent marking in beaver (*Castor canadensis*). — J. Chemical Ecology **6** (1): 81–95.

ROSELL F. & B.A. NOLET (1997): Factors affecting scent-marking behavior in Eurasian beaver (*Castor fiber* L.). — J. Chemical Ecology **23** (3): 673–689.

StatSoft, Inc. (1996): STATISTICA für Windows [Computer-Programm-Handbuch]. Tulsa, OK: StatSoft, Inc.

SVENDSEN G.E. (1980): Patterns of scent-mounding in a population of beaver (*Castor canadensis*). — J. Chemical Ecology **6** (1): 133–148.

TOWNSEND J.E. (1953): Beaver ecology in western Montana with special reference to movements. — J. Mammalogy **34**: 459–479.

ZUROWSKI W. & T. DOBOSZYNSKA (1975): Superfoetation in European beaver. — Acta Theriologica **20** (7): 97–104.

Anschrift der Verfasserin

Dr. Brigitte KLENNER-FRINGES
Universität Osnabrück
Fachbereich Biologie/Chemie
Arbeitsgruppe Ethologie
Barbarastraße 11
D – 49069 Osnabrück
Germany
e-mail: Klenner.fringes@t-online.de